

MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

**SUOMEN NAVIGAATIO- JA VALVONTALAITAJÄRJESTELMIEN STRATEGIAN
2012 - 2030 VAIKUTUS RAJAVARTIOLAITOKSEN OPERATIIVISEEN HELIKOP-
TERITOIMINTAAN**

Tutkielma

Kapteeni
Riku Paloniitty

Esiupseerikurssi 67
Ilmasotalinja

Huhtikuu 2015

MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

Kurssi Esiupseerikurssi 67	Linja Ilmasotalinja
Tekijä Kapteeni Riku Paloniitty	
Tutkielman nimi SUOMEN NAVIGAATIO- JA VALVONTALAITEJÄRJESTELMIEN STRATEGIAN 2012 - 2030 VAIKUTUS RAJAVARTIOLAITOKSEN OPERATIIVISEEN HELIKOPTERITOIMINTAAN	
Oppiaine johon työ liittyy Sotatekniikka	Säilytyspaikka MPKK:n kurssikirjasto
Aika Huhtikuu 2015	Tekstisivuja 26 Liitesivuja 0
TIIVISTELMÄ <p>Euroopan navigaatio- ja valvontalaitejärjestelmissä on tapahtumassa suuri ideologinen muutos, kun perinteisistä maasijoitteisista radiomajakoista ja pyörivistä toisiotutkista luovutaan ja siirrytään satelliittipohjaisiin navigaatiojärjestelmiin ja uuden teknologian valvontalaitejärjestelmiin. Tälle muutokselle antaa Suomessa suuntaviivat Liikenteen turvallisuusvirasto Trafín laatima ”Ilmailun navigaatio- ja valvontalaitejärjestelmien strategia Suomessa vuosille 2012 - 2030”.</p> <p>Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää kirjallisuustutkimuksen avulla strategian vaikutukset Rajavartiolaitoksen operatiiviseen helikopteritoimintaan. Pääkysymyksenä oli: Mitä vaikutuksia strategialla on Rajavartiolaitoksen operatiiviseen helikopteritoimintaan. Alakysymyksenä selvitettiin mitä vaatimuksia strategiassa asetetaan helikopterin laitteistolle.</p> <p>Tutkimuksen tuloksena voidaan todeta, että operatiivinen lentotoiminta onnistuu entisen kaltaisena myös muutosten jälkeen. Uusi teknologia antaa mahdollisuuden toiminnan kehittämiseksi uudella innovatiivisella tavalla. Edellytyksenä tälle on, että helikopterin laitteet täyttävät vaatimukset ainakin RNAV/RNP:n, transponderin, radioiden ja GNSS:n osalta. Jos vaatimuksia ei täytetä, toiminta onnistunee poikkeusluvalla, mutta joillakin alueilla voi olla rajoituksia.</p>	
AVAINSANAT <p>Navigation, RNAV, RNP, GNSS, helicopter, operational flight</p>	

SUOMEN NAVIGAATIO- JA VALVONTALAJÄRJESTELMIEN STRATEGIAN 2012 - 2030 VAIKUTUS RAJAVARTIOLAITOKSEN OPERATIIVISEEN HELIKOP- TERITOIMINTAAN

Sisältö

1.	JOHDANTO.....	1
1.1.	Työn taustaa	1
1.2.	Tutkimusongelma, rajaukset ja työn tavoitteet	2
1.3.	Tärkeimmät käsitteet ja määritelmät	2
1.4.	Tutkimusmenetelmä ja lähdemateriaali.....	5
2.	Ilmailun navigaatio- ja valvontalajärjestelmien strategia Suomessa vuosille 2012-2030.....	6
2.1.	Strategian tausta ja tarkoitus	6
2.2.	Strategian keskeisimmät kohdat.....	6
2.3.	Strategian tilanne vuonna 2015	8
3.	Rajavartiolaitoksen operatiivisen helikopteritoiminnan ja helikoptereiden navigointilaitteiden nykytila.....	10
3.1.	Rajavartiolaitoksen operatiivinen helikopteritoiminta	10
3.2.	Rajavartiolaitoksen helikoptereiden navigointilaitteiden nykytila.....	14
4.	Mitä vaatimuksia strategiassa asetetaan helikopterin laitteistolle.....	16
4.1.	Aluenavigointi (RNAV).....	16
4.2.	Satelliittipohjaiset järjestelmät	17
4.3.	Ilmailun valvontalajärjestelmä	18
4.4.	Radiolaittevaatimus	20
4.5.	Valtion ilma-aluksille annetut poikkeukset.....	20
5.	Mitä vaikutuksia strategialla on operatiiviseen lentotoimintaan.....	22
5.1.	Lentoonlähtö ja lähtöreitti	22
5.2.	Reittilento	22
5.3.	Tuloreitti ja lähestyminen.....	23
5.4.	Kansainvälinen toiminta.....	24
5.5.	Toiminnan kehittäminen	24
6.	Johtopäätökset	26

SUOMEN NAVIGAATIO- JA VALVONTALAITAJÄRJESTELMIEN STRATEGIAN 2012 - 2030 VAIKUTUS RAJAVARTIOLAITOKSEN OPERATIIVISEEN HELIKOPTERITOIMINTAAN

1. JOHDANTO

1.1. Työn taustaa

Ilma-aluksilla suunnistaminen huonossa näkyvyydessä mittareiden avulla on ollut mahdollista jo vuosikymmeniä. Suunnistuksen mahdollistavat järjestelmät ovat kehittyneet, mutta niiden perusajatus on tähän saakka säilynyt samana: ne tarvitsevat maa-aseman. Suomessa käytössä olevat perinteiset navigaatiolaitteet perustuvat maalaitteista tuotettuun signaaliin ja sen käyttöön ilma-aluksessa. Eri maalaitteiden tuottaman paikannustiedon lopputuloksena ilma-alus pystyy määrittämään maantieteellisen sijaintinsa tarkasti. Nämä Suomessa käytössä olevat perinteiset navigaatiolaitteet ovat yleisesti jo ikääntyneitä ja niiden uusiminen on kallista ja toisaalta laitteiden ylläpitäminen on haasteellista. Tämä ongelma on maailmanlaajuinen.

Kansainvälinen siviili-ilmailujärjestö (ICAO) on laatinut osaltaan Global Air Navigation Plan:n ja Performance Based Navigation (PBN) –konseptin, näillä tavoitellaan aluesuunnistusmenetelmien (RNAV) maailmanlaajuista harmonisointia ja käyttöönottoa. ICAO suosittelee PBN-konseptin mukaisten menetelmien käyttöönottoa vuoteen 2016 mennessä kaikkialla, missä RNAV-operaatioille on tarve. Euroopan Komissio seuraa ja vastaa siitä että ATM Master Plan, jossa on määritelty kehitystä koskevat yleistavoitteet Euroopassa, on linjassa ICAO:n Global Air Navigation Plan:in kanssa.[1]

Euroopan ilmatilan lennonjohto- ja muiden lennonvarmistuspalveluiden suunnittelusta ja kehittämisestä vastaava monikansallinen ja valtioiden välinen laitos, Eurocontrol, on julkaissut navigaatiostrategian, jossa perinteiset maasijoitteiset suunnistuslaitteet korvataan vähitellen satelliittipohjaisilla menetelmillä. Tämä on vastaus vanhenevien navigaatiolaitteiden ylläpidon haasteellisuuteen. Maa-asemat tulevat vähitellen poistumaan kokonaan, joten niiden ylläpidon haasteet ja kustannukset tulevat pienenemään radikaalisti. Tämä kehitys asettaa myös kovat muutospaineet ilma-alusten laitteille, koska toimintaperiaate muuttuu täysin.

Näihin asiakirjoihin perustuu Liikenteen turvallisuusviraston (Trafi) julkaisema ”Ilmailun navigaatio- ja valvontalaittejärjestelmien strategia Suomessa vuosille 2012-2030” -asiakirja, joka on tämän tutkimuksen taustalla.

1.2. Tutkimusongelma, rajaukset ja työn tavoitteet

Tutkimuksen pääkysymyksenä on selvittää mitä vaikutuksia ilmailun navigaatio- ja valvontalaittejärjestelmien strategialla on Rajavartiolaitoksen (RVL) operatiiviseen helikopteritoimintaan. Alakysymyksenä selvitetään mitä vaatimuksia strategiassa asetetaan helikopterin laitteistolle.

Työ rajataan koskemaan vain Rajavartiolaitoksen operatiivista helikopteritoimintaa mittarilentotoimintaan hyväksytyillä kaksimoottorisilla helikopterityypeillä AS 332L1/L1e (Super Puma) ja AB/B 412. Työssä tarkastellaan aihetta operatiivisesta ja teknisestä näkökulmasta. Koulutuksellista näkökulmaa ei tässä tutkimuksessa oteta huomioon. Tarkastelu rajataan lentopinnan 130 (FL130, 13000 jalkaa, n. 4000 metriä) alapuolisen ilmatilan vaatimuksiin, koska se on ilman happilaitteita olevien ilma-alusten suurin sallittu lentokorkeus.

Työn tavoitteena on selvittää vaikutukset operatiiviseen lentotoimintaan, jos uudet menetelmät ovat käytettävissä ja ne tekniset vaatimukset, mitä menetelmien käyttöönotto Rajavartiolaitoksen helikoptereilta tulevaisuudessa vaatii.

1.3. Tärkeimmät käsitteet ja määritelmät

Tässä luvussa on esitetty tärkeimmät käsitteet, määritelmät, lyhenteet ja vierasperäiset sanat, jotka esiintyvät tässä tutkielmassa.

ADS-B:	Automatic Dependent Surveillance Broadcast, automatiikkaan perustuva valvontalähetys, nykyaikainen ilmailun valvontajärjestelmäteknologia
APV:	Approach Procedure with Vertical guidance, lähestymisjärjestelmä pystysuuntaisella opastuksella
ATM:	Air Traffic Management, ilmaliikenteen hallinta
B-RNAV:	Basic Area Navigation, perusaluesuunnistus, tarkkuusvaatimus 5NM 95% ajasta
DME:	Distance Measuring Equipment, etäisyydenmittauslaite
EASA:	European Aviation Safety Agency, Euroopan lentoturvallisuusvirasto.

EGNOS:	European Geostationary Navigation Overlay Service, Euroopan avaruusjärjestö ESA:n perustama Euroopan alueella toimiva SBAS-järjestelmä
FMS:	Flight Management System, lennonhallintajärjestelmä, tietokone, jolla hallitaan ilma-aluksen suunnistusjärjestelmiä
GBAS:	Ground Based Augmentation System, maalaitepohjainen parannusjärjestelmä, parantaa paikallisesti GNSS-paikannusjärjestelmien tarkkuutta maa-aseman lähettämän korjaussignaalin avulla.
GNSS:	Global Navigation Satellite System, maailmanlaajuinen satelliittinavigointijärjestelmä, esim. GPS, GLONASS ja GALILEO
ICAO:	Kansainvälinen siviili-ilmailujärjestö
IFF:	Identification Friend or Foe, tunnistus ystävä vai vihollinen, sotilasilmailun käyttämä toisiotutkavastain (transponderi)
ILS:	Instrument Landing System, ilmailun mittarilähestymisjärjestelmä
IMC:	Instrument Meteorological Conditions, mittarilento-olosuhteet, lennon vaihe, jossa ilma-aluksen asema joudutaan määrittelemään ilma-aluksen lentomittareiden avulla.
LNAV:	Lateral Navigation, sivusuuntainen suunnistus
LPV:	Localizer performance with Vertical guidance, ILS:n suuntalähettimen suorituskyky pystysuuntaisella opastuksella
MLAT/WAM:	Multilateration / Wide Area Multilateration, multilaterointi / laaja-alainen multilaterointi, nykyaikainen ilmailun valvontalaitejärjestelmä
MLS:	Microwave Landing System, mikroaaltoalueella toimiva ilmailun mittarilähestymisjärjestelmä
NDB:	Non-Directional Beacon, ilmailun pitkäaaltoalueen radiomajakka
PBN:	Performance Based Navigation, suorituskykyyn perustuva navigointi. ICAO:n määrittelemä aluesuunnistusmenetelmä.

P-RNAV: Precision Area Navigation, tarkkuusaluesuunnistus, tarkkuusvaatimus 1NM 95% ajasta

RNAV: Area Navigation, aluesuunnistus, suunnistusjärjestelmä, joka sallii ilma-alukselle minkä tahansa halutun lentoreitin suunnistusmajakoiden peittoalueella tai oman paikannuskyvyn rajoissa, tai näiden yhdistelmänä.

RNP: Required Navigation Performance, vaadittu suunnistustarkkuus, aluesuunnistusjärjestelmä, joka tukee ilma-aluksen omaa suorituskyyvyn tarkkailua ja varoittamista.

RNP APCH: RNP lähestyminen

SBAS: Satellite Based Augmentation System, satelliittipohjainen parannusjärjestelmä, parantaa paikallisesti GNSS-paikannusjärjestelmien tarkkuutta ylimääräisten satelliittien lähettämien korjaussignaalien avulla

SES: Single European Sky, EU:n järjestö, joka organisoi Euroopan ilmatilaa kansalliset rajat ylittävästi

SESAR: Single European Sky ATM Research, ohjelma Euroopan ilmaliikenteen hallinnan modernisoimiseksi ja SES -tavoitteiden toteutuksen tekninen pilari.

SID: Standard Departure Route, vakiolähtöreitti, lentoreitti, jota ilma-alukset noudattavat lennonjohdon selvityksen mukaisesti lentoonlähden jälkeen

STAR: Standard Approach Route, vakiotuloreitti, lentoreitti, jota ilma-alukset noudattavat lennonjohdon selvityksen mukaisesti päästäkseen laskuun

Trafi: Liikenteen turvallisuusvirasto.

Transponderi:

Toisiotutkavastain, eli signaalilähetin, jolla tutkakenttään saapunut ilma-alus automaattisesti lähettää tutkaa ylläpitävälle lennonjohdolle tai ilmavalvonnalle tunnisteen eli nelinumeroisen toisiotutkakoodin ja mahdollisesti lisätietoja. Lähettimessä on eri tiloja (mode): mode A, lähettää vain tunnusta; mode C, lähettää tunnuksen lisäksi korkeustiedon; mode S, sisältää edellisten lisäksi mm. datasiirtomahdollisuuden ja ilma-aluksen yksilöivän kiinteän koodin (ICAO 24-bit address).

- VLLV: Vartiolentolaivue, Rajavartiolaitoksen hallintoyksikkö, joka vastaa lentosuoritteiden toteuttamisesta Rajavartiolaitoksen ilma-aluksilla
- VMC: Näkölento-olosuhteet, lennon vaihe, jossa ilma-aluksen asema määritellään visuaalisten havaintojen ja ulkoisten merkkien avulla.
- VOR: VHF omnidirectional radio range, VHF-monisuuntamajakka, ilmailun VHF-alueen radiomajakka

1.4. Tutkimusmenetelmä ja lähdemateriaali

Tutkimusmenetelmänä on kirjallisuustutkimus, jonka avulla Ilmailun viranomaismääräyksiä tarkastellaan. Työ edustaa laadullista tutkimusta.

Kirjallisuustutkimuksessa on tyypillistä, että kaikkea aiheeseen liittyvää tietoa etsitään, analysoidaan ja luokitellaan. Lopulta näin saatua tietoa käytetään oman työn pohjana. Tarkemmin ilmaistuna kyseessä on kirjallisuusselvitys, eli menetelmä, jonka lähteinä on yleensä muun muassa käsikirjoja ja raportteja. Se muistuttaa muodoltaan referaattia, mutta ei ole kuitenkaan suoraa tekstin kopiointia. Tekijän tulisi saada selville faktatietoa, käsitteitä ja aineistoja sekä kehittää omaa asiantuntemustaan valitulla alalla.[2]

Lähteinä ovat ilmailuviranomaisten julkaisemat strategiat, suunnitelmat ja käsikirjat, sekä Rajavartiolaitoksen lentotoimintaa käsittelevät asiakirjat.

2. Ilmailun navigaatio- ja valvontalaittejärjestelmien strategia Suomessa vuosille 2012-2030

Tässä luvussa lukijoille avataan lyhyesti strategian sisältöä ja sen toimeenpanon nykytilaa.

2.1.Strategian tausta ja tarkoitus

EU on velvoittanut jäsenvaltionsa toteuttamaan Single European Sky (SES) I ja II-asetuksissa kuvattuja toimintamalleja ilmailukennepalvelujen järjestämisessä. SES-asetusten tavoitteena on Euroopan ilmailukenteen kapasiteetin, turvallisuuden ja tehokkuuden lisääminen. Näiden tavoitteiden käytännön suunnittelu ja toteuttaminen tapahtuu SESAR -ohjelman kautta. Euroopan komission vuonna 2009 hyväksymässä European ATM master plan:ssa on määritelty lennonvarmistusjärjestelmien kehitystä koskevat yleistavoitteet Euroopassa. Jäsenvaltioiden tulee laatia tämän pohjalta kansalliset suunnitelmat ohjelmien toteuttamiseksi. Tämä strategia on Suomen kansallinen suunnitelma.[1]

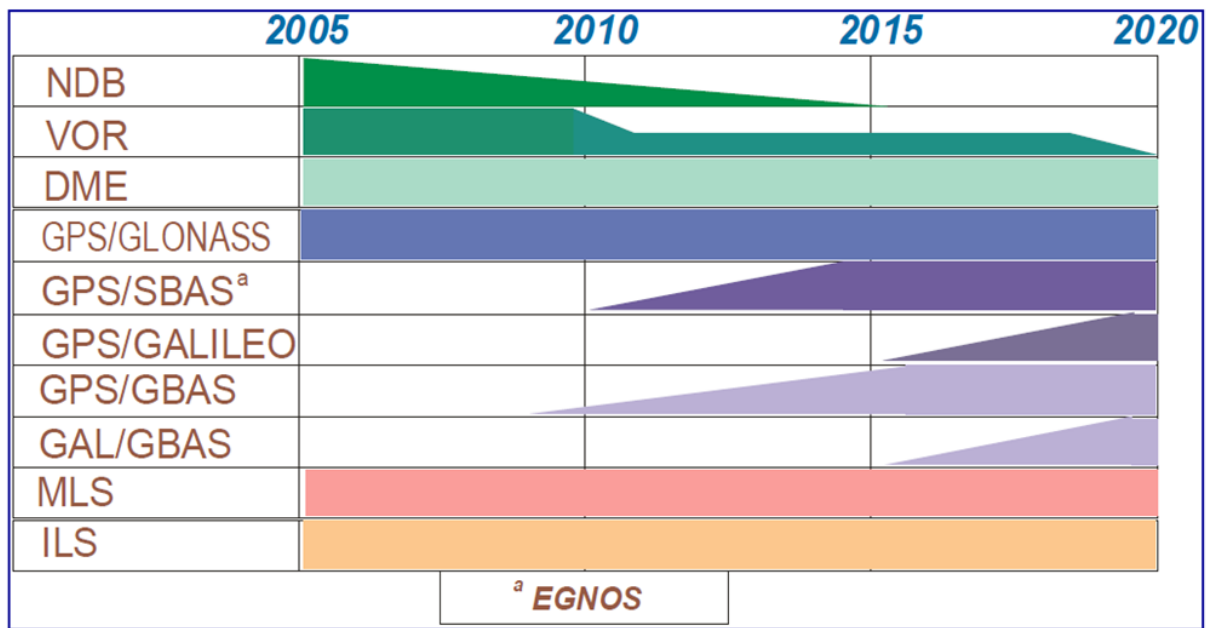
Euroopan komission poliittinen visio ja korkean tason SES -tavoite on vuotta 2004 vertailutasona käyttäen:

- kolminkertaistaa ilmailukenteen kapasiteetti ja vähentää viivästyksiä ilmassa ja maassa,
- vähentää lentoturvallisuutta vaarantavia tapahtumia siten, että tapahtumat eivät lisäänty vuoden 2004 tasosta, vaikka liikennemäärät kasvavat,
- mahdollistaa 10% supistukset ympäristövaikutukselle ja
- pienentää 50% ATM -palvelusta aiheutuneita kuluja.

Oheisiin tavoitteisiin pääseminen vaatii radikaaleja muutoksia lennonvarmistuspalveluihin.[1]

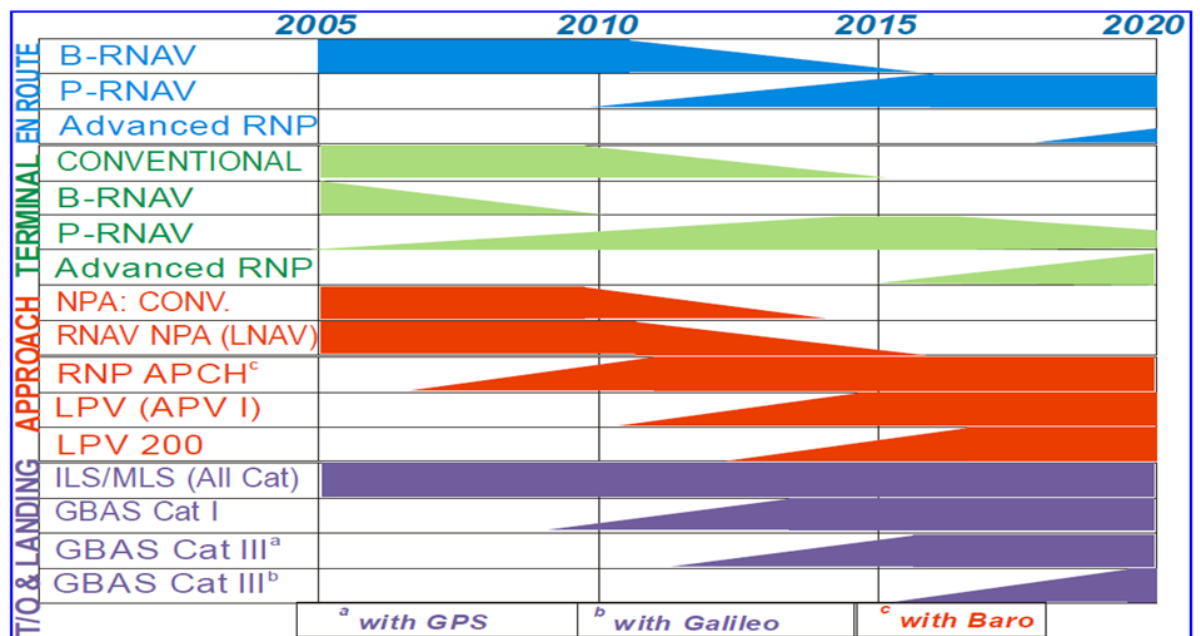
2.2. Strategian keskeisimmät kohdat

Suomen kansallinen ilmailun navigaatio- ja valvontalaitestrategia on laadittu huomioiden Euroopan ATM Master Plan. Ilmailun navigaatio- ja valvontalaittejärjestelmää on tarkoitus kehittää tämän kansallisen strategian mukaisesti. Kehittämistyö tarkoittaa uusien järjestelmien käyttöönottoa ja asteittaista luopumista perinteisistä järjestelmistä.[3] Käytännössä tämä tarkoittaa maasijointteisten majakoiden poistumista ja siirtymistä satelliittipohjaiseen aluenavigointiin (RNAV). Lisäksi ilmailun valvontajärjestelmää muutetaan perinteisestä maalaitteisiin perustuvasta uuden teknologian mahdollistaman ilma-aluksen tuottamaan paikkatietoon perustuvan järjestelmän suuntaan.[4]



Lähde: Eurocontrolin *Navigation Application and NAVAID Infrastructure Strategy*

Kuva 1: Perinteiset suunnistuslaitteet pois lukien ILS korvataan vähitellen satelliittipohjaisilla menetelmillä. Siirtymävaiheessa säilytetään erityisesti etäisyydenmittauslaitteet (DME:t) ja valikoituja VOR -laitteita, mutta VOR- ja NDB -laitteistoja ei enää korvata uusilla.



Lähde: Eurocontrolin *Navigation Application and NAVAID Infrastructure Strategy*
 Huom: Väärät navigaatio spesifikaatiot!

Kuva 2: Navigaatiojärjestelmien kehitys lennon eri vaiheissa: reittilento (enroute), lähtöreitti ja tuloreitti (terminal), lähestyminen (approach) ja lentoonlähtö ja lasku (T/O & landing).

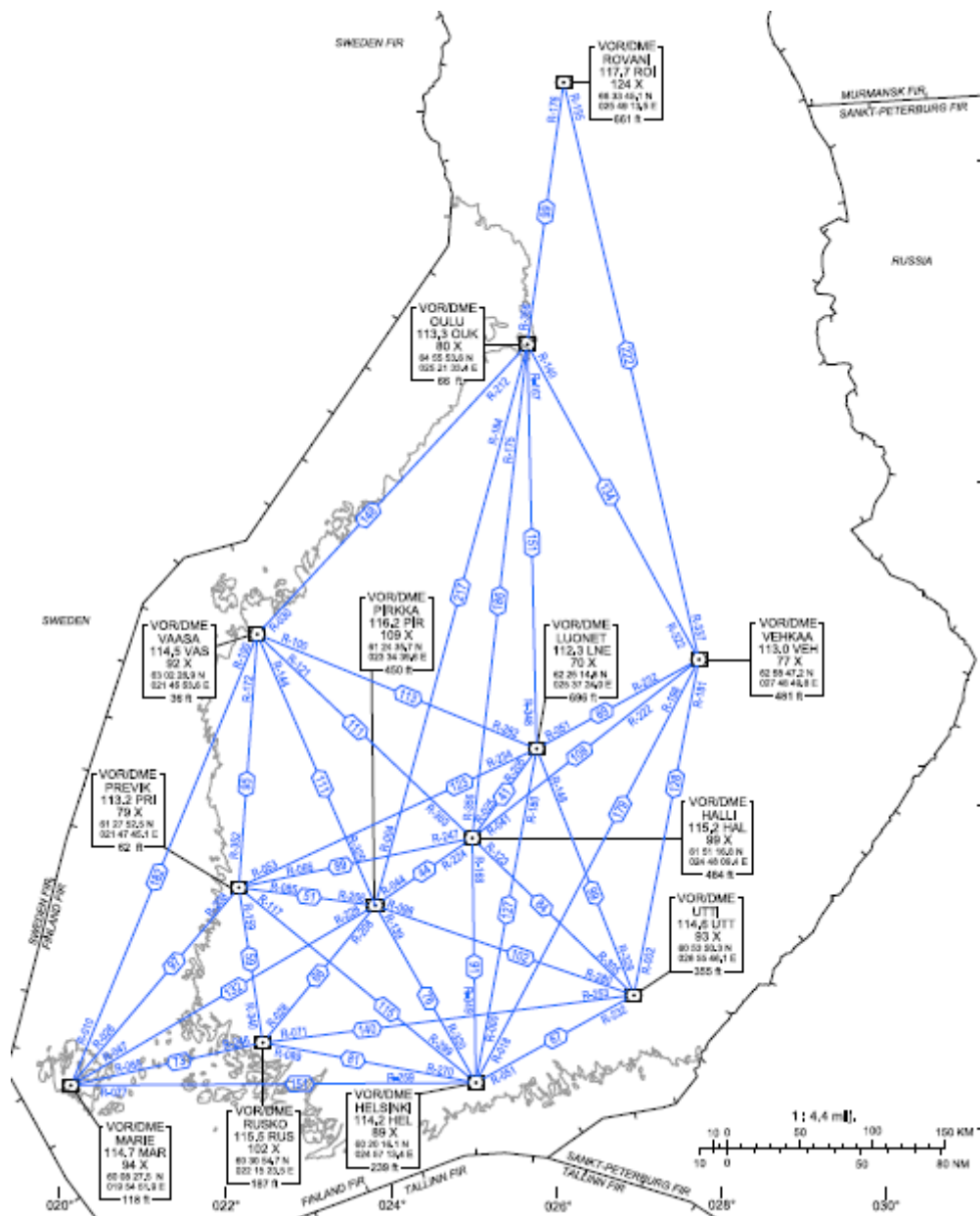
Eurocontrol:n käyttöönottosäännösten luonnoksen mukaisesti ilmaliikennepalvelun tarjoaja on velvoitettu käsittelemään myös sellaisia valtion ilma-aluksia, joilla ei ole säännösten mukaista teknistä kykyä, joka siviili-ilmailulta vaaditaan. Valtioiden on julkaistava käyttöönottosäännösten luonnoksen mukaan menetelmät, joilla näitä valtion ilma-aluksia ilmatilassa käsitellään ja ilmaliikennepalvelun tarjoajan on sovittava tästä vuosittain valtion kanssa. Eurocontrol:n navigaatiostrategiassa valtion ilma-aluksia koskeva velvoite kohdistuu 5.2.2015 mennessä vain S-moodivalmiuteen.[5]

2.3. Strategian tilanne vuonna 2015

Tätä tutkimusta kirjoitettaessa huhtikuussa vuonna 2015 on strategian mukaisia toimenpiteitä jo tehty suunnitelman mukaan. Lentomenetelmistä P-RNAV-menetelmät on muutettu RNAV 1-menetelmiksi, B-RNAV-menetelmät RNAV 5-menetelmiksi ja GPS-menetelmät GNSS (RNP APCH)-menetelmiksi.

NDB-majakoita on jäljellä enää Ivalossa, Kemissä, Kittilässä, Kokkolassa, Mikkeliissä ja Seinäjoella. Näille lentokentille on vielä olemassa NDB-lähestymismenetelmä. Kaikilta muilta Suomen lentokentiltä ne on jo poistettu.[6] Kaikki NDB-majakat poistetaan vuoteen 2016 mennessä[7].

VOR-radiomajakoista osa on jo poistettu. Helmikuussa 2015 VOR-majakoista jäljellä on vielä Rovaniemen, Oulun, Vaasan, Jyväskylän, Kuopion, Porin, Tampereen, Hallin, Utin, Maarianhaminan, Turun ja Helsingin majakat. VOR-majakat on poistettu Enontekiöltä, Kajaanista, Savonlinnasta, Joensuusta, Kuusamosta, Kauhavalta, Porvoosta ja Lappeenrannasta. Kuvassa 3 on esitetty helmikuussa 2015 jäljellä olevat VOR-majakat.[6]



Kuva 3: Suomen VOR-majakat helmikuussa 2015

DME-laitteet ovat säilyneet entisillä paikoillaan, vaikka VOR-majakat on niiden yhteydestä poistettu. Suomessa RNAV-reitit edellyttävät RNAV 5 kyvykkyyttä. Sensoreista tuettuina ovat GNSS ja DME/DME.[6]

3. Rajavartiolaitoksen operatiivisen helikopteritoiminnan ja helikoptereiden navigointilaitteiden nykytila

Tässä luvussa luodaan katsaus Rajavartiolaitoksen operatiivisen helikopteritoiminnan ja helikoptereiden navigointilaitteiden nykytilaan. Tarkoituksena on avata tutkielman aiheen viitekehystä sellaisille lukijoille, jotka eivät tunne Rajavartiolaitoksen helikopteritoimintaa ja helikoptereiden varustusta.

3.1. Rajavartiolaitoksen operatiivinen helikopteritoiminta

Rajavartiolaitoksen operatiivinen helikopteritoiminta kattaa suurimman osan RVL:n helikoptereilla suoritettavista lennoista. Vain peruskoulutus ja huoltoihin liittyvät lennot jäävät operatiivisen toiminnan ulkopuolelle.

Rajavartiolaitokselle laissa säädettyjen tehtävien toteuttamiseksi Rajavartiolaitos harjoittaa valtion ilmailutoimintaa, josta vastaa Vartiolentolaivue (VLLV). Rajavartiolaitoksen ilmailussa noudatetaan siviili-ilmailusta annettuja säännöksiä ilmailuviranomaisen hyväksymin poikkeuksin. Taulukossa 1 on esitetty Rajavartiolaitoksen lakisäätteisiin lentotehtäviin Rajavartiola ja Meripelastuslain perusteella kuuluvat asiat.[8]

TEHTÄVÄ	SÄÄDÖSPERUSTA
Rajavalvontalentotoiminta maalla ja merellä	Rajavartiolaki 578/2005, 3§ Rajavartiolaitoksen tuottamat turvallisuus- ja valvontatoimet
Muu valvontalentotoiminta (mm. ympäristön, kalastuksen, metsästyksen sekä luonnon-suojelualueiden valvonta)	Rajavartiolaki 578/2005, 77§ Rajavartiolaitoksen antama virka-apu
Etsintälentotoiminta ml. lentotoiminta raja-alueilla (mm. kadonneiden etsintä, laittomat rajanylitykset)	Rajavartiolaki 578/2005, 3§ Rajavartiolaitoksen tuottamat turvallisuus- ja valvontatoimet
Pelastuslentotoiminta (mm. lennot ihmishenkien pelastamiseksi, palonsammutuslennot, onnettomuudet, luonnonmullistukset, henki-	Rajavartiolaki 578/2005, 3§ Rajavartiolaitoksen tuottamat turvallisuus- ja valvontatoimet, 26§ Pelastustoimintaan ja sairaankuljetuk-

löstön ja materiaalin kuljetukset)	seen osallistuminen
Kiireellinen sairaankuljetustoiminta (A-, B- ja C-tason sairaankuljetukset)	Rajavartiolaki 578/2005, 26§ Pelastustoimintaan ja sairaankuljetukseen osallistuminen
Viranomaistehtävien henkilö- ja materiaali-kuljetukset (mm. rajavartiolaitos, poliisi, tullit, pelastus- ja hoitohenkilöstö)	Rajavartiolaki 578/2005, 3§ Rajavartiolaitoksen tuottamat turvallisuus- ja valvontatoimet.
Valtion johdon ja muun henkilöstön tai materiaalin kuljetustehtävät	Rajavartiolaki 578/2005, 23§ Turvaamisteh- tävät
Sotilaallisen maanpuolustuksen tehtävät (mm. koulutus, kuljetukset, pelastuspalvelu, maalilennot, kaikumittainlennot, tunnistus-lentotoiminta ja kuvaus)	Rajavartiolaki 578/2005, 3§ Rajavartiolaitoksen tuottamat turvallisuus- ja valvontatoimet, 25§ Sotilaallisen maanpuolustuksen tehtävät
Tarkkailu- ja seurantalentoiminta sekä il-makuvaustoiminta (mm. raja-, poliisi- ja tul-litehtävät)	Rajavartiolaki 578/2005, 3§ Rajavartiolaitoksen tuottamat turvallisuus- ja valvontatoimet
Viranomaistoimintaan liittyvä muu operatii-vinen lentotoiminta (mm. kiireelliset poliisin tehtävät, kuvaus, seuranta, köysilaskeutumi-nen, esineiden pudottaminen, ampuma-aseen käyttö ilma-aluksesta, kuljetus, ilma-aluskaluston antaminen muiden viranomais-ten käyttöön)	Rajavartiolaki 578/2005, 21§ Kiireelliset yleisen järjestyksen ja turvallisuuden poliisi-tehtävät, 22§ Terrorismintorjunta ja muut erityistilanteet, 77§ Rajavartiolaitoksen an-tama virka-apu
Meripelastustehtävät (mm. etsintä- ja pelas-tuspalvelu, evakuoinnit, materiaalin kuljetuk-set, avustus, sairaankuljetus)	Meripelastuslaki 1145/2001, 8§ Valmiusvaa-timukset

Taulukko 1: Rajavartiolaitoksen lakisääteisiin lentotehtäviin Rajavartio- ja Meripelastuslain perusteella kuuluvaksi luetut tehtävät.[8]

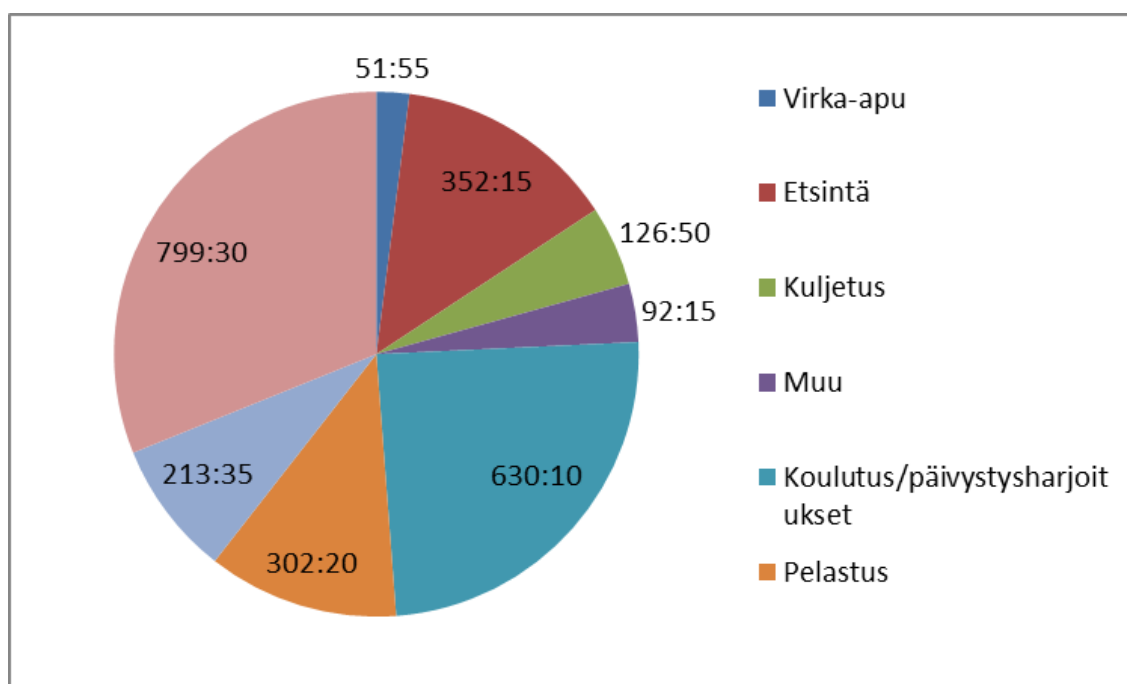
Lentotehtävät jaetaan Rajavartiolaitoksen pysyväisasiakirjan C.14: Ilma-alustoiminta Rajavartiolaitoksessa mukaan suunnitelman, tilanteen ja vasteen mukaisiin tehtäviin.[9]

Suunnitelman mukainen lentotoiminta pitää sisällään pääsääntöisesti kaikki ne tehtävät, jotka ovat olleet tiedossa yli 24 tuntia ennen tehtävän suorittamista. Sitä koordinoidaan ja ratkaistaan Vartiolentolaivueessa yhteistoiminnassa RVL:n muiden hallintoyksiköiden sekä tuettavien tahojen kanssa.[9] Tyypillisesti tilaajatahona toimii toinen RVL:n hallintoyksikkö, mutta myös muiden yhteistyötahojen, kuten muiden viranomaisten, lentoesitykset otetaan suunnitelmassa huomioon.

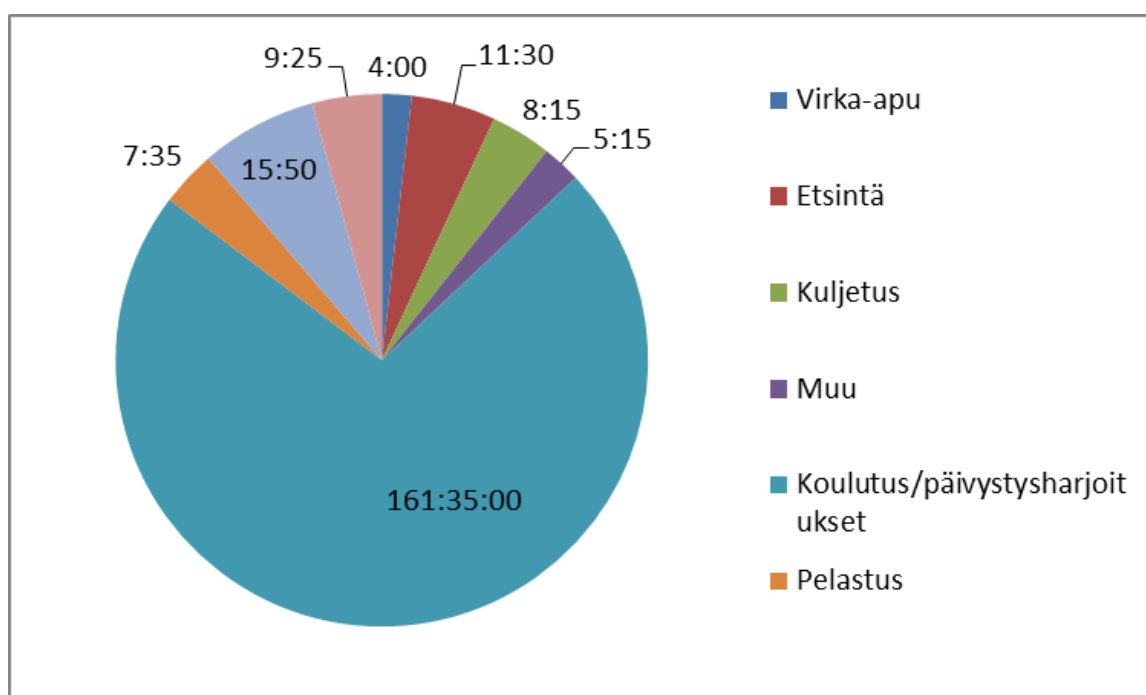
Tilanteen mukaiseen lentotoimintaan kuuluvat kaikki hälytysluonteiset tehtävät, jotka edellyttävät välitöntä päätöstä. Näissä tehtävissä RVL:n ilma-alusten käyttöä koordinoi Länsi-Suomen merivartioston johtokeskus Turussa. Se ylläpitää ilma-alusten resurssitilannekuvaa osatakseen valita tarkoituksenmukaisimman ilma-aluksen tehtävään ja säilyttääkseen riittävän meripelastusvalmiuden. Se myös päättää lentotehtävien toteutuksesta meripelastusvalmius ja tehtävien tärkeysjärjestys huomioon ottaen.[9] Tällaisia tehtäviä ovat tyypillisesti etsintä- ja pelastuspalvelun lennot maalla ja merellä, sairaankuljetukset erämaassa, saaristossa ja merellä sekä kiireelliset virka-apulennot, kuten maastopalojen sammutus.

Vasteen mukainen lentotoiminta on tilanteen mukaista toimintaa, missä RVL:n ilma-aluksia käytetään omiin ja eri yhteistoimintatahojen hälytystehtäviin erillisten sopimusten mukaisesti. Tällaisiin tehtäviin osallistutaan, ellei Länsi-Suomen merivartioston johtokeskus priorisoi toista tehtävää tärkeämmäksi.[9] Vasteen mukaista toimintaa on tyypillisesti esimerkiksi sairaankuljetus saaristosta. Tätä varten on tehty erillinen sopimus sairaanhoitopiirin kanssa niistä tehtävistä eli vasteista, jotka välitetään hälytyskeskuksesta suoraan päivystävälle helikopterille. Ehkä tärkeimpinä tavoitteina vasteen mukaisella toiminnalla on minimoida hälytyksestä aiheutuvat viiveet ja tehostaa resurssien käyttöä.

Rajavartiolaitoksen helikopterilentotoiminnasta voidaan suurimman osan katsoa olevan operatiivista lentotoimintaa. Vain peruslentokoulutus ja huoltoihin liittyvät siirto- ja huollontarkastuslennot ovat operatiivisen lentotoiminnan ulkopuolella. Vuonna 2014 kaikkien Rajavartiolaitoksen helikoptereiden kokonaislentotunnit olivat 3008 tuntia ja tästä operatiivista lentotoimintaa oli 2569 tuntia[10]. Operatiivisesta lentotoiminnasta mittarilentosääntöjen (IFR) alaista lentotoimintaa oli 223 tuntia[10]. Kuvassa 4 on esitetty vuoden 2014 operatiivisten lentojen jakautuminen eri tehtäväalueiden kesken ja kuvassa 5 mittarilentotuntien jakautuminen eri tehtäväalueiden kesken.



Kuva 4: Rajavartiolaitoksen helikoptereiden operatiiviset lentotunnit tehtäväluokittain vuonna 2014 [10]



Kuva 5: Rajavartiolaitoksen helikoptereiden operatiiviset mittarilentotunnit tehtäväluokittain vuonna 2014 [10]

3.2. Rajavartiolaitoksen helikoptereiden navigointilaitteiden nykytila

Rajavartiolaitoksen kaksimoottoriset helikopterit ovat jo melko iäkkäitä. AS 332L1 (Super Puma):t, joita RVL:lla on tällä hetkellä kolme kappaletta, on valmistettu vuosina 1987, 1988 ja 1991. AB/B 412 -helikopterit, joita RVL:lla on tällä hetkellä viisi kappaletta, ovat vuosilta 1985, 1986, 1990, 1996 ja 1999. Helikoptereita on modifioitu vuosien varrella useaan kertaan ja ne vastaavat laitteidensa puolesta vielä tällä hetkellä voimassa olevia ilmailumääräyksiä.



Kuva 6: Rajavartiolaitoksen AS 332L1 Super Puma-helikopteri.



Kuva 7: Rajavartiolaitoksen AB 412-helikopteri.

Navigaatiolaitteiden osalta helikotereiden nykytila on seuraavanlainen:

- RNAV: AB/B 412:ssa ei ole RNAV-hyväksyntää. AS 332L1 Super Pumassa on B-RNAV hyväksyntä VOR/DME- ja GPS-perusteisesti.
- Transponderi: Molemmissa helikopterityypeissä on korkeuskoodaava (C-moodi, korkeustieto lähetetään koodin mukana) transponderi.
- GNSS: Molemmat helikopterityypit käyttävät vain GPS-signaalia, GALILEO:a ja GLONASS:a ei tueta.
- Radiot: Molemmissa helikopterityypeissä on 25kHz-radiot, eli taajuudet pystyy valitsemaan 25kHz:n välein.

Lähitulevaisuudessa tilanne muuttuu siten, että RVL hankkii vuonna 2015 kaksi Super Pumaa lisää. Uudet Super Pumat ovat mallia AS 332L1e ja ne vastaavat ohjaamoltaan nykyaikaista helikopteria, vaikka rungoltaan ja moottoreiltaan ovat nykyisten AS 332L1:n kaltaisia. Kolme nykyistä Super Pumaa modifioidaan vuodesta 2015 alkaen vastaamaan uusia Super Pumia. Modifikaatioiden jälkeen vuoden 2017 lopussa kaikki viisi Rajavartiolaitoksen Super Pumaa täyttävät RNP 5- ja RNP 1-vaatimukset ja helikoptereissa on kaksi FMS-laitetta, GNSS-vastaanotin ja 8,33kHz radiot. AB/B 412 -kaluston määrää vähennetään siten, että vain kaksi uusinta AB/B 412 -helikopteria jätetään käyttöön. Nämäkin on tarkoitus modifioida nykyaisemmiksi.

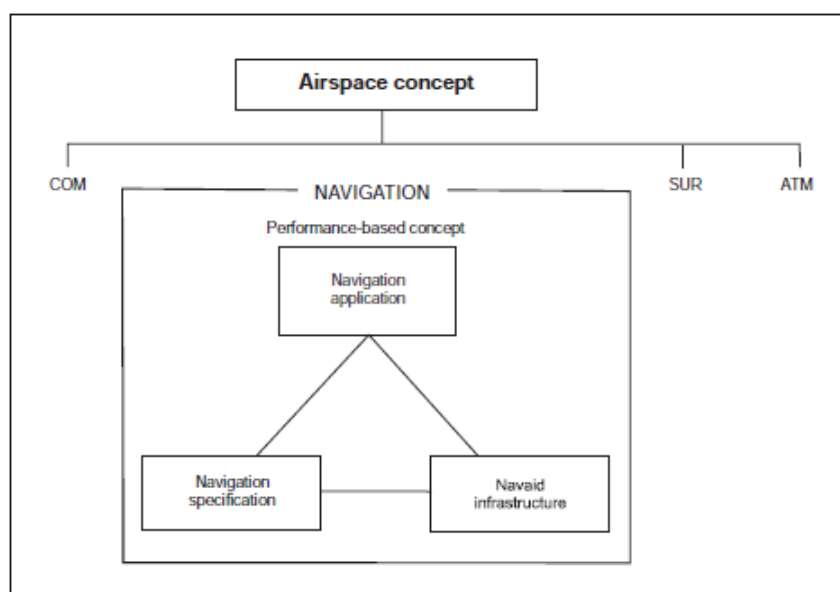
4. Mitä vaatimuksia strategiassa asetetaan helikopterin laitteistolle

Tässä luvussa tarkastellaan syvemmin strategian mukaisten navigaatio- ja valvontalaitteiden muutosten aiheuttamia vaatimuksia helikopterin laitteistolle.

4.1. Aluenavigointi (RNAV)

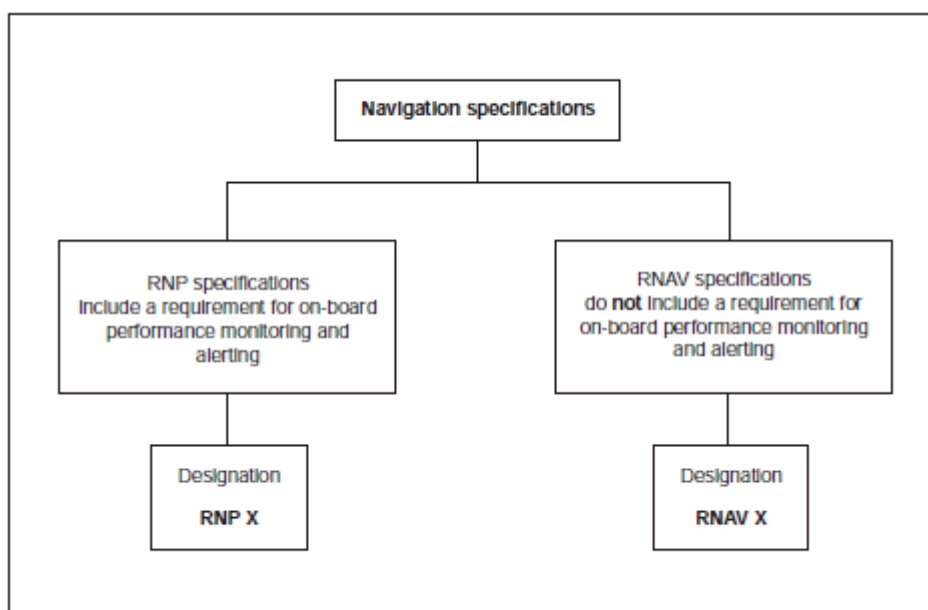
Kansainvälinen siviili-ilmailujärjestö ICAO on laatinut osaltaan Global Air Navigation Plan:n ja Performance Based Navigation (PBN)-konseptin, joilla tavoitellaan aluesuunnistustmenetelmien (RNAV) maailmanlaajuista harmonisointia. ICAO suosittelee PBN-konseptin mukaisten menetelmien käyttöönottoa vuoteen 2016 mennessä kaikkialla, missä RNAV-operaatioille on tarve. Euroopan komissio seuraa ja vastaa siitä, että ATM Master Plan on linjassa ICAO:n Global Air Navigation Plan:n kanssa.[1]

PBN-konseptissa RNAV-järjestelmän suorituskyykyvaatimukset määritellään termeillä tarkkuus, eheys, käytettävyys ja jatkuvuus. Konsepti tarjoaa useita mahdollisuuksia kehittää ilmatilankäyttöä ja estevarakriteereitä aikaisempaa joustavammaksi. Se on yksi osa ilmatilan viitekehyksessä. Muita osia ovat mm. kommunikaatio (COM), ilmaliikennepalveluiden valvonta (SUR) ja ilmatilan hallinta (ATM). PBN-konseptin soveltamisessa on kaksi keskeistä komponenttia: Navigointilaitte infrastruktuuri (Navaid infrastucture) ja navigaatiospesifikaatio (navigation specifications). Kolmas tärkeä komponentti, navigointisovellus (navigation application), muodostuu kahden edellisen komponentin pohjalta. Kuvassa 8 on esitetty PBN-konsepti ilmatilan viitekehyksessä.[11]



Kuva 8: PBN-konsepti [11]

Navigaatiospesifikaatio sisältää RNAV- ja RNP-spesifikaatiot. RNP-spesifikaatiossa on vaatimus suorituskyvyn valvonta- ja varoitusjärjestelmästä. RNAV-spesifikaatiossa tätä vaatimusta ei ole. Molemmissa vaadittava suorituskky ilmoitetaan numerolla nimen perässä, esimerkiksi RNP 1 tai RNAV 1. Numero tarkoittaa meripeninkulmamäärää (NM), jonka sisällä vaakasuunnassa ilma-aluksen on pysyttävä reitistä vähintään 95 prosenttia lentoajasta.[11] Tyypillisesti tämä lukema on valtameriä ylittäviä reittejä lukuun ottamatta lentoreiteillä 5 ja lähestymis- ja lentoonlähtöreiteillä 1 tai alle. Kuvassa 9 on esitetty navigaatiospesifikaatioiden jakautuminen.



Kuva 9: Navigaatiospesifikaatioiden jakautuminen [11]

Strategian mukaisista toimenpiteistä P-RNAV- ja B-RNAV-menetelmät on muutettu RNAV 1- ja RNAV 5-menetelmiksi ja GPS-menetelmät GNSS (RNP APCH)-menetelmiksi vuonna 2013. Vakiotulo- ja -lähtöreitit muuttuivat RNAV (GNSS)-perusteisiksi vuonna 2014. Vuoteen 2019 mennessä reittisuunnistustarkkuudeksi muutetaan mahdollisesti RNAV 1 / RNP 1 nykyisen RNAV 5:n tilalle. Strategian aikajanan loppupuolella vuosina 2020-2025 luovutaan mahdollisesti RNAV DME/DME infrastruktuurista.[12]

4.2. Satelliittipohjaiset järjestelmät

Strategiasta käy selvästi ilmi navigaatiomenetelmien kehitys, jossa maasijoitteiset radiosuunnistusmajakat poistuvat ja siirrytään satelliittipohjaisiin järjestelmiin. Tällaisia järjestelmiä ovat GNSS, SBAS, GBAS ja APV Baro VNAV.

GNSS (Global Navigation Satellite System) on yleisnimitys satelliittisuunnistusjärjestelmille. Tällaisia järjestelmiä ovat muun muassa GPS, GALILEO ja GLONASS. Näistä tutuin on GPS, joka on amerikkalainen järjestelmä. Eurooppalainen GALILEO on vielä kehitteillä oleva järjestelmä. GLONASS taas on venäläinen satelliittisuunnistusjärjestelmä.[13] Maalaitteiden, kuten NDB- ja VOR-majakoiden poistuttua ilma-alusten suunnistaminen pohjautuu GNSS-järjestelmiin. Kolme erillistä järjestelmää tuo toimintavarmuutta ja tarkkuutta voidaan paikallisesti parantaa SBAS- tai GBAS-järjestelmillä.

SBAS (Satellite Based Augmentation System) on satelliittipohjainen tarkennusjärjestelmä. Se tarkentaa paikallisesti GNSS-signaalin tarkkuutta ylimääräisillä geostationäärisillä satelliiteilla. GBAS (Ground Based Augmentation System) on vastaava järjestelmä maahan sijoitetulla tarkennusasemalla.[14]

APV Baro VNAV on satelliittipohjainen lähestymisjärjestelmä pystysuuntaisella ilmanpaineeseen perustuvalla korkeusopastuksella. Menetelmä perustuu ilma-aluksen suunnistusjärjestelmään, joka tuottaa lentäjälle tiedon ilma-aluksen sijainnista suhteessa loppulähestymislinjaan. Ilma-aluksen järjestelmä määrittää myös pystysuuntaisen opastuksen liukukulmaan vertailemalla vallitsevaa painekorkeutta etäisyyden perusteella laskennallisesti määritettyyn korkeusarvoon. Opastus esitetään lentäjälle esimerkiksi ristimittarin avulla. Liukupolkuopastus tähtää turvalliseen ja tasaiseen liukuun ilman porrasteja ja turhia tehon muutoksia, mutta ei ole tarkkuudeltaan tarkkuuslähestymisen tasoinen.[11] APV Baro VNAV-lähestymismenetelmä tullaan strategian mukaan julkaisemaan kaikille kiitoteille vuoteen 2016 mennessä.[15]

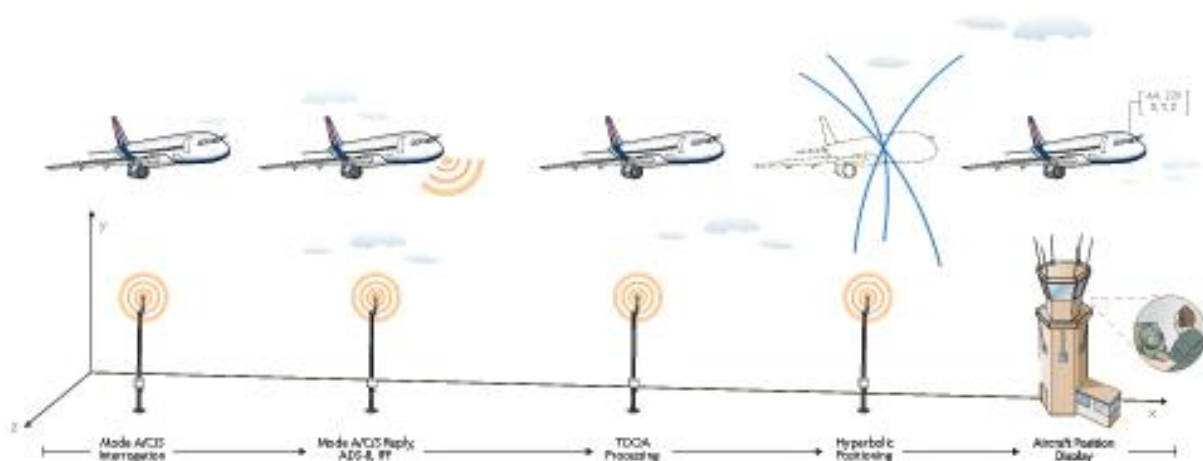
4.3. Ilmailun valvontalaitejärjestelmä

Perinteisiä ilmailun valvontalaitejärjestelmiä ovat ensiö- ja toisiotutkat. Ensiötutkassa tutka-antennista lähtevä radiosignaali siroaa ilma-aluksen pinnalta takaisin tutka-antenniin ja aiheuttaa havainnon. Toisiotutka lähettää kyselypulssin, johon ilma-aluksessa oleva toisiotutkavastain (transponderi) vastaa lähettämällä tunnuksensa. Yhteistä kummallekin teknologialle on isokokoinen pyörivä tutka-antenni, jonka ylläpitokulut ovat verrattain suuret.[7]

Nykyaikaisina ilmailun valvontalaitejärjestelminä on markkinoille tullut ilma-aluksen omaan paikannuskykyyn perustuva ADS-B- ja toisiotutkavastaimen (transponderi) perustuva MLAT/WAM-järjestelmä. Kumpikin uusi teknologia perustuu datan käsittelyyn ja prosessointiin ilman maalaitteiden mekaanisesti pyöriviä osia.[16]

ADS-B-järjestelmässä maa-asema vastaanottaa ilma-aluksen itse paikantaman ja toisiotutka-
taajuudella lähettämän paikka- ja tunnistetiedon. Järjestelmä hyödyntää toisiotutkajärjestel-
män sisällä olevaa S-moodin datasiirtomahdollisuutta. Paikkatieto voi perustua perinteiseen
tai satelliittipaikannukseen. ADS-B-lähetin edellyttää ilma-alukselta nykyaikaista avioniikka-
laitteistoa, joka löytyy nykyään lähes kaikista kaupallisista ilma-aluksista, mutta harvoin
yleisilmailuun tarkoitetuista tai valtion ilma-aluksista. Tässä järjestelmässä haasteena on ilma-
liikennepalvelun tarjoamisen turvaaminen ilma-aluksen paikannustiedon tuottamien järjestel-
mien häiriötilanteissa. Tämän haasteen vuoksi Trafin navigaatio- ja valvontalaitejärjestelmien
strategiassa keskitytäänkin toisiotutkavastaimen (transponderi) käyttöön perustuvaan valvon-
talaitejärjestelmään.[16]

MLAT/WAM-järjestelmässä maa-asema kyselee ja ilma-aluksen toisiotutkavastain vastaa,
mutta paikannus perustuu perinteisen pyörivän tutkalaitteen sijaan usean kiinteän maa-aseman
vastaanottaman signaalin ristiinpeilaukseen ja keskenäiseen vertailuun. Kuvassa 10 on esitetty
järjestelmän toimintaperiaate. Teknologia mahdollistaa erittäin tarkan paikannuksen perinteis-
tä tutkalaitetta huomattavasti edullisemmilla kustannuksilla. Suomeen suunnitellulla maa-
asemasijoittelulla alakatveeksi muodostuisi sijainnista riippuen 2000-4000 jalkaa (n. 600-
1200 metriä). Jokainen MLAT/WAM-järjestelmän maa-asema toimii myös ADS-B-lähetteen
vastaanotinasemana, mikä mahdollistaa järjestelmien käytön rinnakkain. Tällöin ADS-B-
seurannan alakatve on MLAT/WAM-järjestelmän tuottamaa alakatvettä pienempi.[16]



Kuva 10: MLAT-järjestelmän toiminta: 1. kysely (MLAT-maa-asema), 2. vastaus (ilma-aluksen transponderin moodit A, C ja S sekä ADS-B ja IFF), 3. vastaanoton aikaeron käsittely (MLAT-järjestelmä), 4. hyperbolinen paikannus (MLAT-järjestelmä), 5. paikannustieto näytölle (lennonjohto).[17]

4.4. Radiolaittevaatimus

Tällä hetkellä on koko Euroopassa voimassa vaatimus ilma-alusten varustamisesta 8.33 Khz:n kanavavälin radioilla, kun ne lentävät lentopinnan 195 (FL 195, 19500 jalkaa, n. 6000 metriä) yläpuolella.[18] Tällaisissa radiolaitteissa kanavat pystytään valitsemaan 8.33 Khz:n välein, jolloin kanavia on mahdollista käyttää enemmän.

Rajavartiolaitoksen helikoptereissa on vielä tällä hetkellä 25 Khz:n radiot, joten ne eivät täytä radiolaittevaatimusta FL 195 yläpuolelle. Helikoptereiden suurin sallittu lentokorkeus ilman happilaitteita on kuitenkin lentopinta 130 (FL 130, 13000 jalkaa, n. 4000 metriä), joten käytännössä radiolaittevaatimus ei ole nykyisellään rajoittanut lentotoimintaa.

Strategian mukaan tulevaisuudessa suunnitellaan 8.33 Khz:n radiolaittevaatimusta laajennettavan myös FL 195 alapuolelle. Tämä tapahtuisi Suomessa aikavälillä 2017-2020 ja aiheuttaa vaatimuksen modifioida radiolaitteet kaikissa Rajavartiolaitoksen helikoptereissa ennen vuotta 2020, jos poikkeuslupaa 25 Khz:n radioiden käyttöön ei saada.

Radiolaittevaatimus on otettu huomioon Rajavartiolaitoksen hankinta ja modifikaatiosuunnitelmissa siten, että uutena hankittavissa AS 332L1e-helikoptereissa radiolaitteet täyttävät vaatimuksen. Myös modifioitavat AS 332L1 ja AB/B 412-helikopterit täyttävät sen modifikaation jälkeen.

4.5. Valtion ilma-aluksille annetut poikkeukset

Kaikki strategiassa mainitut vaatimukset eivät koske valtion ilma-aluksia, vaan niille on annettu useita poikkeuksia. Strategian mukaan muutosten yhteydessä tulee huomioida kaikkien kansallisten toimijoiden lakisääteisten tehtävien vaatimukset.[1] Erityisesti on mainittu sotilasilmailu ja Aluevalvontalaki, mutta yhtä lailla sama koskee Rajavartiolaitoksen lakisääteisiä tehtäviä Rajavartiolaista ja Meripelastuslaista. Strategiassa edellytetään palvelun tarjoajaa toteuttamaan navigaatiojärjestelmien kehitystoimet siten, että valtion ilma-aluksille ja sotilasilmailulle kyetään takaamaan sen tarvitsemat navigaatiopalvelut[3].

Eurocontrol:n käyttöönottosäännösten luonnoksen mukaan ilmaliikennepalvelun tarjoaja on veloitettu käsittelemään myös sellaisia valtion ilma-aluksia, joilla ei ole säännösten mukaista teknistä kykyä, joka siviili-ilmailulta vaaditaan. Valtion on julkaistava käyttöönottosäännösten luonnoksen mukaan menetelmät, joilla näitä valtion ilma-aluksia ilmatilassa käsitellään. Eurocontrol:n navigaatiostrategiassa kohdistuu kuitenkin valtion ilma-aluksiin velvoite toisiotutkavastaimen (transponderi) S-moodivalmiudesta 5.2.2015 mennessä.[5] Tämä saattaa aiheuttaa ongelmia operaatioissa tai harjoituksissa Euroopan alueella Suomen rajojen ulkopuolella.

Valtion ilmailun lentokelpoisuusvaatimukset-asiakirjan mukaan valtion ilmailuvälineiden suunnittelua, valmistusta, varustusta, ominaisuutta, lentokelpoisuutta, huoltoa, hyväksyntää varten vaadittavien tarkastusten ja kokeiden sisältöä, sekä työmenetelmiä, laatujärjestelmiä ja ohjeita koskevat vaatimukset ovat vastaavat kuin EASA-asetuksen nojalla annetuissa täytäntöönpanoasetuksissa. Tähän voi Liikenteen turvallisuusvirasto kuitenkin hakemuksesta myöntää poikkeuksia yllättävissä ja kiireellisissä tilanteissa tai ajallisesti rajattujen toiminnallisten tarpeiden vuoksi, jos ne eivät heikennä turvallisuutta.[19]

5. Mitä vaikutuksia strategialla on operatiiviseen lentotoimintaan

Tässä luvussa tarkastellaan strategian mukaisten navigaatio- ja valvontalaitteiden muutosten vaikutuksia ja niiden tarjoamia mahdollisuuksia Rajavartiolaitoksen operatiiviseen lentotoimintaan ja sen kehittämiseen. Asiaa tarkastellaan operatiivisen mittarilennon profiiliin peilaten. Lisäksi tarkastellaan muutosten vaikutuksia kansainväliseen toimintaan.

5.1. Lentoonlähtö ja lähtöreitti

Lentoonlähtöön strategian muutoksilla ei ole vaikutusta. Se voidaan edelleen suorittaa sään ja liikennetilanteen mukaan joko kiitotieltä tai omalta asematasolta lennonjohdon ohjeiden mukaan.

Vakiolähtöreitit muuttuvat RNAV/RNP-reiteiksi, joten niiden noudattaminen vaatii siihen hyväksytyn laitteiston. Mikäli julkaistua vakiolähtöreittejä ei pystytä lentämään, täytyy lennonjohdon vektoroida tai opastaa muuten normaalista poikkeavalla tavalla. Tämä voi aiheuttaa viiveitä tai pidemmän reitin lennettäväksi. Useimmiten kuitenkin varsinkin hiljaisemmilta maakuntakentiltä lähdettäessä suora reitti onnistunee, koska muuta liikennettä on vähän.

5.2. Reittilento

Lentoreitit muuttuvat RNAV/RNP-reiteiksi ja niiden lentäminen vaatii siihen hyväksytyn laitteiston. Uudet reitit tulevat olemaan aikaisempaa joustavampia ja suurempia, kun reittipiste voidaan määrittää mihin tahansa maalaitteista riippumatta. Tulevaisuudessa on mahdollista myös niin sanottu vapaa reititys (free routing)[15][21], mikä mahdollistaa entistä suuremmat ja näin ollen myös lyhyemmät reitit.

Hälytyslennot lennetään normaalisti näkölentoina, jolloin mittarilentomenetelmiä ei ole tarvetta käyttää. Jos sää on huono ja käytetään mittarilentomenetelmiä, ei silloinkaan normaalisti ole tarvetta nousta korkealle, vaan alin sallittu estevarakorkeus riittää. Normaali lentokorkeus Etelä-Suomen alueella on tällöin noin 2000-3000 jalkaa (600-900 metriä)[20]. Tällä korkeudella on lentokenttien lähi- ja lähestymisalueiden ulkopuolella valvomatonta ilmatilaa ja siellä on huonolla säällä todella harvoin muuta liikennettä. Hälytyslennoilla on myös korkeampi status, kuin muilla lennoilla, joten muiden tulee väistää. Lennon kohde on useimmiten lentokenttien lähi- ja lähestymisalueen sekä lentoreittien ulkopuolella. Näin ollen suora reititys kohteelle on todennäköistä.

Muilla operatiivisilla lennoilla, kuten esimerkiksi kuljetuslennoilla mittarilentomenetelmiä käytetään useammin myös hyvällä säällä. Lennot suuntautuvat myös useammin lentokentältä toiselle, jolloin ollaan esimerkiksi kaupallisen lentoliikenteen kanssa samoilla alueilla. Kaupallinen liikenne tosin lentää yleensä korkeammalla, joten hitaat helikopterit eivät reittilento-vaiheessa ole nopeamman kaupallisen liikenteen jaloissa. Helikoptereiden käyttämällä lento-
korkeuksilla, lentopinnalla 100 (FL100, n. 3000 metriä) tai alle, on yleensä vähän muuta liikennettä.

Tarve käyttää julkaistuja lentoreittejä on siis enemmän muilla operatiivisilla lennoilla kuin hälytyslennoilla. Reittien lentäminen vaatii siihen hyväksytyn laitteiston, jota ilman se ei onnistu. Laitteiston puuttuessa joutuu lennonjohto vektoroimaan tai muuten opastamaan ilma-alusta normaalista poikkeavalla tavalla. Tämä saattaa aiheuttaa viivettä tai pidempiä reittejä.

5.3. Tuloreitti ja lähestyminen

Vakiotuloreitit muuttuvat niin ikään RNAV/RNP-reiteiksi, joten niiden noudattaminen vaatii siihen hyväksytyn laitteiston. Mikäli julkaistua vakiotuloreittiä ei pystytä lentämään, täytyy lennonjohdon vektoroida tai opastaa muuten normaalista poikkeavalla tavalla. Tämä voi aiheuttaa viiveitä tai pidemmän reitin lennettäväksi. Useimmiten kuitenkin varsinkin hiljaisemmille maakuntakentille saavuttaessa suora reitti onnistunee, koska muuta liikennettä on vähän.

Lähestymismenetelmissä tapahtuu ehkä navigaatiojärjestelmien suurin muutos. Tarkkuuslähestymismenetelmät (ILS ja MLS) säilyvät, mutta perinteiset ei-tarkkuuslähestymismenetelmät (VOR ja NDB) poistuvat ja korvataan satelliittipohjaisilla menetelmillä.[22]

Suomen lentoasemilla on Helsinki-Vantaata ja Malmia lukuun ottamatta julkaistu yksi tarkkuuslähestymismenetelmä (ILS) päälähestymissuuntaan. Helsinki-Vantaalla niitä on jokaiselle kiitotielle ja Malmilla ei ollenkaan. ILS-menetelmällä päästään helikopterilla Suomessa tyypillisesti 200 jalan (60 metrin) korkeuteen maan pinnasta[6], mistä jatkaakseen tulee vähintään lähestymislinjavalojen näkyä.

Satelliittipohjainen ei-tarkkuuslähestymismenetelmä voidaan julkaista periaatteessa mihin tahansa pisteeseen, koska se ei tarvitse maalaitteistoa. RNAV (GNSS)-lähestymismenetelmiä on jo julkaistu kaikille kiitoteille. Niiden lentäminen vaatii siihen soveltuvan laitteiston. Jos tällaista laitteistoa ei ole, jää vaihtoehdoksi vain ILS-lähestymisen tekeminen, mikä saattaa aiheuttaa viivästyksiä tai pidempää lentomatkaa. RNAV (GNSS)-menetelmällä päästään n. 400 jalan (120 metrin) korkeuteen maan pinnasta[6], mistä jatkaakseen tulee olla riittävät visuaaliset referenssit. Lähestymisen minimikorkeus vaihtelee eri kiitoteille riippuen esteistä ja siitä, onko pystysuuntaista opastusta (VNAV) vai ei.

5.4. Kansainvälinen toiminta

Eurocontrol:n julkaisema navigaatiostrategia koskee koko Eurooppaa, joten sama muutos on menossa kaikkialla. Eri maissa ollaan hieman eri aikataulussa, mutta muutosta tapahtuu koko ajan.

Rajavartiolaitoksen helikoptereilla on toisinaan tarvetta lentää myös Suomen rajojen ulkopuolella muun muassa kansainvälisten harjoitusten vuoksi. Eurocontrol:n käyttöönottosäännösten luonnoksen mukaan ilmaliikennepalvelun tarjoajat on veloitettu käsittelemään myös sellaisia valtion ilma-aluksia, jotka eivät täytä vaatimuksia[5]. Lentojen pitäisi siis onnistua ilman vaadittavia laitteita, mutta niiden puuttuminen aiheuttaa rajoituksia reitteihin ja käytettäviin radiojaksoihin. Nykyään suurin ongelma lienee 8.33Khz:n radion puuttuminen, mikä saattaa estää jollekin alueelle pääsyn kokonaan.

Toiminnan sujuvuuden kannalta on tärkeää, että vaadittavat navigaatio-, transponderi- ja radiolaitteet saadaan myös Rajavartiolaitoksen helikoptereihin.

5.5. Toiminnan kehittäminen

Toiminnan kehittäminen uusia RNAV/RNP-menetelmiä käyttäen on mahdollista uusien AS 332L1e-helikoptereiden saapumisen ja vanhojen AS 332L1- ja AB/B 412-helikoptereiden modifikaatioiden jälkeen olettaen, että modifikaatioissa helikoptereihin asennetaan vaatimukset täyttävät laitteistot.

Vakiotulo- ja -lähtöreiteillä sekä lentoreiteillä uudet laitteet mahdollistavat reittien käyttämisen kaikessa lentotoiminnassa ja lennon suunnittelussa. Niiden myötä Rajavartiolaitoksen lentotoiminta pysyy kehityksessä mukana. Se on tärkeää, koska muutos entiseen on suuri. Uusien lähestymisjärjestelmien käyttäminen antaa useampia mahdollisuuksia lähestymisen tekemiseen, mikä tuo varmuutta esimerkiksi lähestymislaitteiden vikatilanteissa.

Helikoptereille on luotu menetelmä pilven läpäisyyn ja kohteelle lähestymiseen merellä oman tutkan avulla (ARA, Airborne Radar Approach), mutta maan päällä pilven läpäisy on mahdollista vain lentokentän lähestymislaitteen avulla. Uusien satelliittipohjaisten lähestymismenetelmien kehittyessä voi tulevaisuudessa olla mahdollista lähestymismenetelmän luonti mihin tahansa pisteeseen. Tämä antaisi mahdollisuuden luoda lähestymismenetelmiä pilven läpäisyä varten myös Rajavartiolaitoksen laskupaikoille tai muihin vastaaviin paikkoihin, mikä laajentaisi toimintamahdollisuuksia huonolla säällä. Menetelmän minimilaskeutumiskorkeudet olisivat ei-tarkkuuslähestymisen minimilaskeutumiskorkeuden luokkaa, esteistä riippuen arviolta n. 400-600 jalkaa (120-180 metriä).

6. Johtopäätökset

Tämän tutkimuksen pääkysymyksenä oli selvittää mitä vaikutuksia ilmailun navigaatio- ja valvontalaittejärjestelmien strategialla on Rajavartiolaitoksen (RVL) operatiiviseen helikopteritoimintaan. Alakysymyksenä oli selvittää mitä vaatimuksia strategiassa asetetaan helikopterin laitteistolle.

Pääkysymyksen osalta tutkimuksen tuloksena voidaan todeta, että uudet menetelmät tarjoavat aikaisempaa paremmat mahdollisuudet kehittää toimintaa. Lentoreitit on mahdollista saada suuremmiksi ja lähestymisiin tulee useita eri vaihtoehtoja. Satelliittipohjaiset lähestymismenetelmät antavat mahdollisuuden myös uusille innovaatioille, kuten lähestymismenetelmän luomiselle Rajavartiolaitoksen laskupaikoille. Tällaisen menetelmän luominen ei kuitenkaan ole aivan yksinkertainen asia ja vaatisi oman tutkimuksensa.

Alakysymyksen osalta tutkimuksen tuloksena voidaan todeta, että näin suuri muutos ilmailun navigaatiojärjestelmissä edellyttää myös Rajavartiolaitosta hankkimaan uudenaikaiset navigaatiolaitteet helikoptereihinsa. Poikkeusluvalla toiminta on varmasti mahdollista ilman kaikkia tarvittavia laitteita, mutta toiminnan sujuvuuden kannalta niiden hankkiminen on välttämätöntä. Kaikki julkaistut reitit muuttuvat RNAV/RNP-reiteiksi, joiden lentäminen ei onnistu ilman siihen hyväksyttyjä laitteita. Myös suurin osa lähestymismenetelmistä muuttuu satelliittipohjaisiksi ja hyväksyttyjen laitteiden puute estää niiden käyttämisen. Tällöin ainoaksi lähestymismenetelmäksi jäisi ILS, joka on kyllä parempi kuin ei-tarkkuuslähestymiset, mutta sen vikaantuessa ei monelle lentokentälle olisi muita menetelmiä käytettävissä.

Radiolaittevaatimus 8,33Khz:n radioista myös lentopinnan 195 alapuolella edellyttää Rajavartiolaitosta hankkimaan vaatimukset täyttävän radiokaluston. Poikkeusluvalla voitaneen toimia hetken aikaa, mutta toiminnan sujuvuuden kannalta on radioiden hankkiminen välttämätöntä. Toiminta hankaloituu huomattavasti, jos jollakin alueella ei päästä oikealle radiojaksolle.

Eurocontrol:n navigaatiostrategiassa valtion ilma-aluksiin kohdistuva velvoite toisiotutkavastainen (transponderi) S-moodivalmiudesta on myöskin syytä huomioida, vaikka tässäkin asiassa lienee mahdollista toimia poikkeusluvalla.

Kokonaisuudessaan navigaatio- ja valvontalaitteiden kehitys on hyvä asia ja luo mahdollisuuden menetelmien ja laitteiden kehitykselle jatkossakin.

LÄHTEET

- [1] Imailun navigaatio- ja valvontalaitejärjestelmien strategia Suomessa vuosille 2012-2030. Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi, Trafin julkaisuja 29/2012, s.1.
- [2] Lappalainen, Jormakka, toim. Maanpuolustuskorkeakoulu, Tekniikan laitos. Tekniset tutkimusmenetelmät Maanpuolustuskorkeakoulussa. Helsinki, Edita Prima Oy, 2004. ISBN 951-25-1540-7.
- [3] Imailun navigaatio- ja valvontalaitejärjestelmien strategia Suomessa vuosille 2012-2030. Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi, Trafin julkaisuja 29/2012, s.9.
- [4] Imailun navigaatio- ja valvontalaitejärjestelmien strategia Suomessa vuosille 2012-2030. Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi, Trafin julkaisuja 29/2012, s.2.
- [5] Imailun navigaatio- ja valvontalaitejärjestelmien strategia Suomessa vuosille 2012-2030. Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi, Trafin julkaisuja 29/2012, s.7.
- [6] AIP Suomi, 5.2.2015, <https://ais.fi/ais/eaip/fi/index.htm>.
- [7] Imailun navigaatio- ja valvontalaitejärjestelmien strategia Suomessa vuosille 2012-2030. Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi, Trafin julkaisuja 29/2012, s.10.
- [8] Rajavartiolaitos, Lentotoimintakäsikirja, 2013, s.2-1.
- [9] Rajavartiolaitos, Pysyväisasiakirja, RVLPK C.14: Ilma-alustoiminta Rajavartiolaitoksessa, 2011.
- [10] VLLV:n lentotilasto vuodelta 2014, tilasto VLLV:n hallussa.
- [11] Performance-based Navigation (PBN) Manual, ICAO Doc 9613, 2008. ISBN 978-92-9231-198-8.
- [12] Imailun navigaatio- ja valvontalaitejärjestelmien strategia Suomessa vuosille 2012-2030. Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi, Trafin julkaisuja 29/2012, s.12-14.
- [13] http://en.wikipedia.org/wiki/Satellite_navigation, viitattu 29.3.2015.
- [14] http://en.wikipedia.org/wiki/GNSS_augmentation, viitattu 29.3.2015.
- [15] Imailun navigaatio- ja valvontalaitejärjestelmien strategia Suomessa vuosille 2012-2030. Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi, Trafin julkaisuja 29/2012, s.13.
- [16] Imailun navigaatio- ja valvontalaitejärjestelmien strategia Suomessa vuosille 2012-2030. Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi, Trafin julkaisuja 29/2012, s.11.

- [17] <http://www.multilateration.com/surveillance/multilateration.html>, viitattu 29.3.2015.
- [18] AIP Suomi, 5.2.2015, GEN 1.5, luku 2.1.5,
https://ais.fi/ais/eaip/pdf/gen/EF_GEN_1_5_EN.pdf.
- [19] Valtion ilmailun lentokelpoisuusvaatimukset, AIR M7-10, Trafi, 17.3.2014. TRA-FI/23250/03.04.00.00/2013.
- [20] Jeppesen Airway Manual, Europe low altitude enroute charts 7/8, 7.11.2014.
- [21] European ATM Master Plan, edition 2, 10/2012, SESAR, s.36.
- [22] Ilmailun navigaatio- ja valvontalaitejärjestelmien strategia Suomessa vuosille 2012-2030. Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi, Trafín julkaisuja 29/2012, s.8.